© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Was sind Parasiten?

Horst ASPÖCK & Julia WALOCHNIK

1 Einleitung 2
2 Definition 2
3 Formen des Parasitismus 2
4 Welche Krankheitserreger sind Parasiten? 3
5 Parasiten in der Humanmedizin 5
6 Einteilung von Parasiten 10
7 Zusammenfassung 11
8 Zitierte und weiterführende Literatur 11

Denisia **6**, zugleich Kataloge
des OÖ. Landesmuseums,
Neue Folge Nr. **184** (2002), 1-12

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abstract:

What are parasites?

Parasites are organisms that need other living organisms called hosts in which or on which they live for shorter or longer periods of their life cycles, in some species permanently. They take energy from their hosts, usually food, and in doing so, they may impair the functions of the host to such a degree that a disease may develop. The less the parasite impairs the health of the host, the longer and more undisturbed it may continue to parasitize. In many cases, this form of a "balanced parasitism" is the result of a long (sometimes co-) evolution of parasite and host.

Strictly speaking, all organisms causing infections and infestations, thus also viruses, bacteria, and fungi are parasites. However, for reasons of tradition only, in medicine and veterinary medicine, protozoa, helminths and arthropods are subsumed under the term "parasites". Among these are numerous pathogens, particularly in tropical and subtropical regions, that cause misery, disease and millions of deaths. However, Central Europe also harbours several parasites that cause diseases of high medical significance.

Key words: Parasites, definitions, forms of parasitism, infection, infestation, pathogens, pathogenicity, prions, viruses, bacteria, fungi, protozoa, helminths, arthropods.

1 Einleitung

Der Begriff Parasit leitet sich vom griechischen Wort parasitos (lat. parasitus) ab und bedeutet wörtlich „Beiesser". Damit bezeichnete man ursprünglich einen durchaus ehrenwerten Berufsstand von Opferbeamten, die an rituellen Gastmählern für Gottheiten teilnahmen. Erst nachdem sich auch reiche Leute bei ihren Gastmählern solche Parasiten leisteten, die nicht nur mitaßen, sondern ihre Gastgeber durch Schmeicheleien erfreuten und durch mehr oder weniger derbe und obszöne Späße zur Erheiterung der Tischgesellschaft beitrugen, bekam das Wort eine negative Bedeutung. Der Parasit wurde jemand, der auf Kosten anderer lebt und im wesentlichen selbst nichts arbeitet (KRUSCHNITZ & HIEPE 2000).

2 Definition

In der Biologie versteht man unter Parasiten Organismen, die anderen Organismen – salopp gesagt – irgendetwas wegnehmen („rauben"), ohne sie dabei zu töten. Der Akt des Parasitismus ist vielmehr an das Leben des Beraubten, den man treffend als Wirt bezeichnet, gebunden. In den meisten Fällen raubt der Parasit dem Wirt etwas, das er selbst als Nahrungsenergie verwendet. Ein Bandwurm z.B., der im Darm seines Wirts lebt, entzieht ihm Darminhalt, den er selbst, der Parasit, als Nahrung verwendet; eine Stechmücke, die an einem Menschen Blut saugt, holt sich Nahrung. In beiden Fällen kann der Wirt das Geraubte leicht abgeben, ohne dass er wirklichen Schaden nimmt – solange sich die Zahl der Parasiten in Grenzen hält.

Man kann also definieren „Parasitismus ist Leben oder Vermehrung durch Energieraub in oder an einem anderen lebenden Organismus, dem Wirt". Das entspricht etwa und doch nicht ganz der alten Definition: „Ein Parasit ist ein Organismus, der ganz oder teilweise, dauernd oder zeitweise, auf Kosten eines anderen lebenden Organismus, den man als Wirt bezeichnet, existiert".

3 Formen des Parasitismus

Geraubte Energie muss nicht notwendigerweise Nahrung sein: Viren sind keine Lebewesen und nehmen auch keine Nahrung auf, sie haben auch keinen Stoffwechsel, aber sie vermehren sich, richtiger: sie werden vermehrt; sie „zwingen" nämlich die Zelle, in die sie eindringen, einen Teil ihrer Energie zur Vermehrung des Virus abzuzweigen. Das kann so maßvoll geschehen, dass die Zelle selbst daher trotzdem mehr oder weniger lange überlebt, es kann aber – oft genug geschieht es – bald zum Zelltod kommen, und wenn dieses Schicksal vielen Zellen zustößt, dann kommt das Leben des Wirts in Gefahr. Dieses Beispiel zeigt sehr deutlich, dass es verschiedene Arten, Grade, Stufen von Parasitismus gibt – von solchen, die für den Wirt geradezu bedeutungslos sind, die er fast nicht registriert, bis zu solchen, die ihn in Lebensgefahr bringen.

Außer dieser in der Natur dominierenden Form, durch Energie- und besonders Nahrungsraub zu parasitieren, gibt es zahlreiche andere Formen: Raumparasitismus (der Parasit benützt Teile des Körpers des Wirts als Aufenthaltsort); Raubparasitismus (der Parasit „hängt" sich an einen Räuber „an" und zweigt von dessen Beute für sich etwas ab), Brutparasitismus (der Parasit nützt das Brutpflegeverhalten des Wirts für sich selbst; Beispiel: Kukkuck); Nestparasitismus (der Parasit benützt das Nest des Wirts für sich selbst, dabei gibt es solche, bei denen nur der Schutz des Milieus und allenfalls Abfälle z.B. Exkremente des Wirts, genützt werden bis zu solchen, bei denen der Wirt sogar einen Teil seiner Nachkommenschaft dem Parasiten „opfert", um selbst von diesem irgendeinen Vorteil, z.B. in Form irgendwelcher Sekrete des Parasiten, die

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Wirt aufnimmt, zu gewinnen). Diese wenigen Beispiele, die nur einen winzigen Teil der vielen Facetten des Phänomens zeigen, lassen unschwer erkennen, dass es Parasitismus in zahllosen Ausprägungen gibt und dass alle Abstufungen von einem einseitigen und mit akuter Gefahr für den Wirt gekoppelten Vorteil für den Parasiten bis zu einem wechselseitigen Nutzen existieren können. Das kann so weit gehen, dass die von den beiden Beteiligten – Parasit und Wirt – durch das Zusammenleben erzielten Vorteile einen Grad erreichen, der für beide lebensnotwenig ist. Dies nennt man Symbiose.

Beim Menschen gibt es zwar keinen Organismus, der mit ihm eine Symbiose eingegangen ist (wenn man von den Endosymbionten absieht), jedoch Formen des Parasitismus, bei denen der Wirt, also der Mensch, gewisse Vorteile bezieht. Man bezeichnet diese Form des Parasitismus als Mutualismus. Manche Bakterien, die in unserem Darm leben und ihren Energie- und Nahrungsbedarf aus dem Darminhalt decken, dabei aber Vitamine produzieren, die wir immerhin verwenden können, oder die Zellulase (ein Enzym, mit dem man Holz „verdauen" kann) abgeben, sind Beispiele für solche Parasiten. All dies hält sich indes in so bescheidenem Rahmen, dass es für uns letztlich keine wirkliche Bedeutung hat. Denn unser Vitaminbedarf ist viel zu groß und viel zu komplex, als dass Darmbakterien einen wesentlichen Anteil decken könnten (abgesehen davon, dass diese Darmbakterien die Vitamine in einem Abschnitt des Darms produzieren, in dem die Resorptionsfähigkeit gering ist), und Zellulose brauchen wir eigentlich nicht, weil wir uns schließlich nicht von Holz ernähren und weil es bedeutungslos ist, ob der verholzte Teil irgendeiner Pflanze, die wir als Gemüse aufgenommen haben, verdaut wird oder uns per vias naturales wieder mehr oder weniger unverdaut verlässt.

Eine Gruppe von Parasiten lebt quasi nur von dem für uns Unbrauchbaren oder nährt sich „bescheiden" ausschließlich von dem, was wir ohne die geringste Beeinträchtigung abgeben können. Dieses Phänomen nennt man Kommensalismus. (Eigentlich ist dies die lateinische Form des Wortes Parasitismus, aber sie hat eine etwas andere Bedeutung.) Manche Protozoen des Darmtrakts (apathogene Amöben und Parabasalea) zählen zu dieser Gruppe, und obwohl sie völlig harmlos sind, muss man sie als Parasitologe dennoch kennen, um sie nicht mit anderen morphologisch ähnlichen, aber als Krankheitserreger auftretenden und daher gefährlichen Mikroorganismen zu verwechseln.

Jene Parasiten, die ihrem Wirt, z.B. eben dem Menschen, nur gerade so viel „wegnehmen", wie er ertragen kann, und dabei nicht Stoffwechselprodukte abgeben, die ihm gefährlich werden können, oder ihn auf irgendeine andere Weise gefährlich schädigen, sind letztlich die erfolgreichsten. Wir bezeichnen diese Form als „balancierten Parasitismus". Der Parasit „vergreift sich" an seinem Wirt nicht so, dass er sich seinen eigenen Ast absägt. Wenn ein Parasit seinen Wirt umbringt, macht er ihn zu seinem eigenen Grab, denn die überwältigende Mehrzahl aller Parasiten kann nur den lebenden Wirt gebrauchen, der tote Wirt ist für sie nutzlos.

So ein „balancierter Parasitismus" ist zumeist – nicht immer – das Ergebnis einer langen Evolution eines (manchmal sogar gegenseitigen) Anpassungsprozesses, wodurch schließlich gewährleistet wird, dass der Parasit lange – oft Jahre und Jahrzehnte – ungestört parasitieren kann, weil er Maß hält. Man kann nicht umhin, Vergleiche mit manchen oft praktizierten Strategien in der menschlichen Gesellschaft zu ziehen.

Nicht wenige Parasiten haben es (noch) nicht geschafft, sich mit ihrem Wirt zu arrangieren (oder haben es wieder verlernt) – sie fügen dem Wirt jedenfalls solchen Schaden zu, dass er ernstlich erkrankt (und dabei als Energiequelle für den Parasiten an Leistungsfähigkeit einbüßt) oder sogar zugrunde geht. Diese Form wird als „pathologischer Parasitismus" bezeichnet. Leider gibt es eine ansehnliche Zahl von Parasiten des Menschen, die dieser Kategorie angehören – neben zahlreichen Viren und Bakterien auch eine beachtliche Liste von Protozoen und sogar Helminthen: *Plasmodium falciparum* (der Erreger der Malaria tropica), *Entamoeba histolytica* (der Erreger der Amöbenruhr und anderer klinischer Manifestationen), *Schistosoma*-Arten (Erreger der Bilharziosen) und nicht wenige andere.

4 Welche Krankheitserreger sind Parasiten?

Streng genommen und aus der Sicht der Biologie sind alle Erreger von Infektionen (und Infestationen des Menschen), siehe Kasten 1 und 2 (wenn man von den Prionen absieht), Parasiten, denn sie alle rauben Energie. Viren tun dies, indem sie die von ihnen infizierten Zellen zwingen, den Zellstoffwechsel in den Dienst der Produktion von Viruspartikeln zu stellen (Kasten 3), alle anderen Erreger – Bakterien, Pilze, Protozoen, Helminthen, Blutegel, Arthropoden – brauchen, da sie einen eigenen Stoffwechsel haben, Nahrung, die sie in irgendeiner Form ihrem Wirt Mensch entziehen (Kasten 4-10). Viele dieser Parasiten im weiten Sinn sind an diesen ihren Wirt Mensch sehr schlecht angepasst; wir brauchen nur an die vielen Erreger gefährlicher viraler und bakterieller Erkrankungen zu denken, denen alljährlich viele Millionen von Menschen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 1:

Infektion und Infestation

• **Kriterien der Infektion:**

➤ Der Erreger dringt in den Wirt ein (Invasion); diese Invasion kann ein Hohlorgan (z.B. den Darm), ein Gefäßsystem (Blut- oder Lymphgefäßsystem), ein Gewebe oder eine Zelle betreffen

➤ Der Erreger vermehrt sich in seinem Wirt

➤ Das Immunsystem des Wirts reagiert auf diesen Erreger

Erreger von Infektionen: Alle Viren, die meisten Bakterien, alle Protozoen, aber nur wenige Helminthen (z.B. *Strongyloides*, *Echinococcus*) und wenige parasitische Arthropoden.

Die Vermehrung von Infektionserregern wird in der Regel nach unterschiedlich langer Zeit durch die Wirkung des Immunsystems zum Stillstand gebracht. Bei Beeinträchtigung des Immunsystems können sich manche beim Immungesunden harmlose Erreger schrankenlos vermehren und zu einer lebensbedrohlichen Gefahr werden (Beispiel: *Toxoplasma gondii* beim AIDS-Patienten).

• **Kriterien der Infestation (deutsch: Befall):**

➤ Mindestens eines der Kriterien der Infektion trifft nicht zu

Erreger von Infestationen: Fast alle Helminthen und parasitischen Arthropoden (alle Ektoparasiten). Die meisten Helminthen und Arthropoden vermehren sich nicht im oder am Menschen, daher wird auch der medizinische Stellenwert durch eine Immunsuppression nicht (oder jedenfalls nicht wesentlich verändert), Beispiel: Ein Spulwurm-Befall läuft beim AIDS-Patienten nicht anders ab als bei einem Menschen mit intaktem Immunsystem. Manche Ektoparasiten (Läuse) vermehren sich zwar am Menschen, dringen aber nicht ein.

* * *

Infektion ist keinesfalls identisch mit Infektionskrankheit und auch viele Infestationen führen nicht zu einer Erkrankung. Jeder, der diesen Satz liest, ist mit irgendwelchen Erregern infiziert (z.B. mit Herpes-Viren oder mit *Toxoplasma gondii*), aber die meisten haben zu diesem Zeitpunkt keine Infektionskrankheit.

Kasten 2:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen

• Prionen: Proteine ohne Nukleinsäuren		[Kasten 3]				
• Viroide: „Nackte" Nukleinsäuren		[Kasten 4]	Organismen mit einigen Eigenschaften des Lebens, aber keine Lebewesen s. str.			
• Viren: Von Proteinen umschlossene DNS oder RNS		[Kasten 5]				
• Bakterien : Prokaryote (primär) mit Zellwand		[Kasten 6]			Lebewesen; Genom nur aus DNS bestehend	Organismen mit genetischer Information in Nukleinsäuren
• Pilze: Eukaryote mit Zellwand		[Kasten 7]		Eukaryote		
• Protozoen • Helminthen • Parasitische Arthropoden • Andere Metazoen, z.B. Hirudinea	Eukaryote ohne Zellwand	[Kästen 8-10]	Parasiten s. str.			Parasiten s. l.

zum Opfer fallen; traurige eindrucksvolle Beispiele sind AIDS, Hepatitis B und Tuberkulose. Bis spät ins 19. Jahrhundert bezeichnete man auch tatsächlich alle diese in oder am Menschen lebenden Mikroorganismen als Parasiten, aber das war in einer Zeit, in der man die infektiöse Natur vieler Krankheiten noch nicht erkannt hatte, in der die Viren noch gar nicht entdeckt waren und in der die Erforschung der Bakterien erst zaghafte erste Schritte tat.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 3:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen I

• **Prionen** = Proteine ohne DNS oder RNS

Streng genommen, entsprechen sie nicht den Kriterien einer Infektion (siehe Kasten 1), da sie nicht eine Vermehrung i. e. S., sondern nur eine Anhäufung des Erregers der Krankheit induzieren, indem – quasi in einem Dominoeffekt – ein normales und regelmäßig exprimiertes Protein (= Prionprotein = PrP^c) strukturell so verändert wird, dass es nicht mehr abgebaut werden kann. Dieses veränderte Protein ist das Prion (PrP^{sc}); wenn es mit normalem Protein in Kontakt kommt, transformiert es dieses zu einem Prion, daraus ergibt sich eine Kettenreaktion. Das normale Prion-Protein tritt als Membran-Protein in den verschiedenen Zellen des Körpers in unterschiedlichem Ausmaß auf, besonders gehäuft in Zellen des Zentralnervensystems. Im gesunden Organismus wird das Prion-Protein zwar dauernd synthetisiert, aber ebenso dauernd auch wieder abgebaut, so dass es stets nur in einer mehr oder weniger konstanten Menge vorliegt. Die kontinuierliche Anhäufung von PrP^{sc} führt zur Entstehung der Krankheit und nach zumeist jahrelanger Inkubationszeit zur klinischen Manifestation; sie betrifft stets das Zentralnervensystem, indem das sich in den Zellen anhäufende Protein diese zerstört und damit letztlich zur Bildung von „Löchern" im Gewebe führt (spongiformes = schwammartiges Aussehen).

Prionen können nicht nur von Individuum zu Individuum einer Art, sondern auch über Spezies-Grenzen hinweg übertragen werden (Beispiel: BSE). Außerdem können Prionen nicht nur durch Transmission, sondern auch durch eine genetisch veränderte also vererbbare, auf dem Chromosom 20 lokalisierte Information entstehen, und schließlich kann es auch durch spontane (somatische) Mutationen des das Prionprotein kodierenden Gens auf dem Chromosom 20 in Zellen des ZNS zur Entstehung von Prionen kommen. Dieses Phänomen – Entstehung ein- und derselben Krankheit durch Übertragung oder genetisch bedingt – ist in dieser Form in der gesamten Biologie und Medizin einmalig.

Die durch Prionen hervorgerufene Erkrankungen werden auch als Transmissible spongiforme Enzephalopathien (TSE) bezeichnet. Beispiele: Creutzfeld-Jakob-Krankheit, Kuru, Familiäre fatale Insomie, Bovine spongiforme Enzephalopathie (BSE) = „Rinderwahnsinn".

Kasten 4:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen II

• **Viroide** = „nackte" Nukleinsäuren

Viroide unterscheiden sich von Viren dadurch, dass ihre Nukleinsäure – es handelt sich um zirkulär geschlossene RNA – nicht von einem Kapsid eingeschlossen ist, sondern frei in der befallenen Zelle liegt. Zahlreiche Krankheiten von Pflanzen werden durch Viroide ausgelöst. Beim Menschen gibt es – soweit bisher bekannt – keine wirklichen Viroide, allenfalls nur einen Erreger, der Viroiden zumindest ähnlich ist. Es handelt sich dabei um das Hepatitis-D-Virus (= HDV = Delta-Agens), das selbst über zu wenig genetische Information verfügt, um ein Kapsid zu bilden, ja mehr noch, das allein nicht existieren kann, sondern auf eine Assoziation mit dem Hepatitis-B-Virus angewiesen ist, dessen Genom das HDV-Kapsid kodiert.

Die stürmische Entwicklung neuer und sehr spezifischer, erregerbezogener Methoden in der Erforschung der Infektionskrankheiten zu Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts führte zu einer Verselbständigung und zur Etablierung abgegrenzter Disziplinen: Virologie, Bakteriologie und schließlich Mykologie (deren Forschungsgegenstand die Pilze sind); der Rest verblieb der Parasitologie. Und so ist es bis heute geblieben.

5 Parasiten in der Humanmedizin

In der Medizin – sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin – beschränken wir den Begriff Parasiten (s. str.) auf die Protozoen, die Helminthen und die Arthropoden; und selbst die Blutegel (und allenfalls andere vielzellige parasitische Organismen) fallen in das Gebiet der Medizinischen Parasitologie. Aus der Sicht der biologischen Systematik präsentiert sich die Medizinische Parasitologie geradezu als systematische Müllhalde, tatsächlich stellen diese Erreger ein wahres Sammelsurium ganz unterschiedlicher Organismen dar, die miteinander nichts anderes gemeinsam haben, als dass es sich dabei durchwegs um eukaryote, heterotrophe Organismen ohne Zellwand handelt. Viele von ihnen – aber nicht alle – erregen Krankheiten, viele andere übertragen im Zusammenhang mit dem Parasitismus Krankheitserreger.

Von den drei großen Gruppen der Parasiten stellen nur die Arthropoden eine natürliche Gruppe, ein Monophylum, dar.

Die Protozoen (einst als Einzeller, einzellige Tiere oder Urtiere bezeichnet) sind – wie wir heute, vor allem auf Grund von Ergebnissen molekularbiologischer Unter-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 5:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen III

• **Viren** = DNA oder RNA, umgeben von einem Kapsid, das in komplizierter Struktur aus Proteinen zusammengesetzt ist; manche Viren verfügen zudem über eine Hülle, die vor allem aus Elementen der Zellmembran der Wirtszelle besteht.

Viren sind keine Lebewesen, weil ihnen wesentliche Merkmale lebender Organismen fehlen. Sie besitzen keinen eigenen Stoffwechsel, sie verfügen nicht über die Fähigkeit der Eigenbewegung, und sie können sich nicht selbst vermehren, sondern werden durch die Wirtszelle vermehrt. Sie besitzen jedoch genetische Information einschließlich der Fähigkeit zur Mutation und damit gewichtige Kriterien des Lebens. Viren stammen (zum Teil als „wild gewordene Gene") von Lebewesen ab; vermutlich entstehen neue Viren kontinuierlich, wenngleich die meisten in irgendeiner Weise frei gewordenen Fragmente des Genoms oder von Ribonukleinsäure nicht weiter existieren können, also eben nicht zu Viren werden. Man kennt bisher etwa 5000 Viren (von denen nur ein Bruchteil als Erreger von Infektionen des Menschen bekannt ist), möglicherweise gibt es aber eine halbe Million „Virus-Arten" (GROOMBRIDGE 1992). Viren erfüllen alle Kriterien einer Infektion. Viele sind Erreger bekannter, z. T. schwerer und häufig lebensbedrohlicher Erkrankungen; Beispiele:

Krankheiten durch DNA-Viren: Windpocken, Gürtelrose, Herpes simplex, Adenovirusinfektionen, virusbedingte Warzen und Papillome, Hepatitis B;

Krankheiten durch RNA-Viren: Poliomylitis, Coxsackie-Infektionen, Hepatitis A, Rhinovirus-Infektionen (Schnupfen), Hepatitis E, Röteln, Dengue, Gelbfieber, Japanische Enzephalitis, West-Nile-Fieber, Frühsommer-Meningoenzephalitis, Hepatitis C, AIDS, Influenza, Tollwut, Ebola.

Viele Viruskrankheiten werden durch Erreger hervorgerufen, die durch parasitische Arthropoden (in denen sie sich ebenfalls vermehren) beim Blutsaugen übertragen werden. Diese – systematisch zum Teil voneinander weit entfernt stehenden Viren – bezeichnet man mit einem Sammelbegriff als „Arboviren" (= ARthropode-BOrne Viruses); die wichtigsten Überträger sind einerseits Zecken (z.B. FSME, CCHF), andererseits Stechmücken (z.B. Gelbfieber, Dengue, mehrere, sehr verschiedene Enzephalitis erregende Arboviren).

Kasten 6:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen IV

• **Bakterien (Eubakterien)** sind prokaryote Organismen. Ihre genetische Information ist in einem frei im Zytoplasma liegenden, ringförmig geschlossenen DNS-Faden mit einer Länge von ca. 1 mm (und oft vielen zusätzlichen kleinen ebenfalls ringförmig geschlossenen Elementen im Zytoplasma, den Plasmiden) lokalisiert. Prokaryote haben keinen Zellkern, keine Mitochondrien oder Plastiden, kein endoplasmatisches Reticulum, keinen Golgi-Apparat, keine Lysosomen, und ihre Ribosomen unterscheiden sich von jenen der Eukaryoten durch Größe und Struktur. Auch eine Meiose gibt es bei Bakterien selbstverständlich nicht. Die meisten Bakterien haben eine Größe von rund 1 µm (0,5 –2 µm), die kleinsten (z.B. Rickettsien) sind ca. 0,2 µm, die größten mehrere µm. Der größere Teil der Bakterien besitzt über ihrer Zellmembran (= zytoplasmatische Membran = „unit membrane"), die das Zytoplasma nach außen begrenzt und die grundsätzlich allen Lebewesen eigen ist, eine Zellwand, der ein Murein-Skelett zugrunde liegt und durch die die Zelle eine rigide Form (z. B. Stäbchen, Kokken ...) erhält. Einige Gruppen der Bakterien haben offenbar im Verlauf der Evolution die Zellwand verloren und zeigen auch andere Reduktionen. Beispiel: Mykoplasmen.

Bakterien vermehren sich in der Regel durch einfache Teilung, doch sind verschiedene parasexuelle Vorgänge mit verschiedenen Mechanismen des Gentransfers bekannt.

Zahlreiche Krankheiten von hohem medizinischem Stellenwert werden von Bakterien hervorgerufen:

Syphilis, Lyme-Borreliose, Rückfallfieber, Leptospirose, Legionärskrankheit, Gonorrhöe, Brucellose, Keuchhusten, Tularämie, Typhus, Paratyphus, bakterielle Ruhr, Pest, Cholera, Fleckfieber, Trachom, Ornithose, Scharlach, Milzbrand, Wundstarrkrampf (Tetanus), Gasbrand, Listeriose, Diphtherie, Tuberkulose, Lepra ....

Erkrankungen durch Bakterien zeigen in der Regel alle klassischen Kriterien der Infektion. Einige wenige durch Bakterien hervorgerufene Krankheiten werden jedoch durch Intoxikationen bedingt. Beispiel: Botulismus.

Bisher sind etwa 4000 Bakterien-Spezies beschrieben (von denen nur ein paar 100 erwiesenermaßen humanmedizinische Relevanz besitzen. Insgesamt gibt es möglicherweise 3 Millionen Bakterien-„Spezies" (GROOMBRIDGE 1992). (Der Begriff „Spezies" ist bei prokaryoten Organismen – und mutatis mutandis übrigens ebenso bei Eukaryoten, ohne sexuelle Vermehrung und ohne Meiose – nur mit Einschränkungen und mit dem Wissen, dass man eigentlich andere Begriffe dafür braucht, zu verwenden!) Einige bakterielle Krankheiten des Menschen (darunter so bedeutsame wie Fleckfieber und Pest) werden durch parasitische Arthropoden beim Blutsaugen übertragen. Als Vektoren fungieren vor allem Zecken (Rickettsiosen, Borreliosen u. a.), Läuse (Fleckfieber, Rückfallfieber) und Flöhe (Pest).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 7:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen V

• Pilze

Pilze sind eukaryote, ein- oder vielzellige Organismen mit einer Zellwand, die bei den meisten Gruppen aus Chitin besteht. Sie sind hochorganisiert und besitzen alle Organellen eukaryoter Zellen – mit Ausnahme der Plastiden. Daher sind sie zur Photosynthese nicht befähigt, sondern heterotroph.

Pilze vermehren sich sexuell durch Ausbildung von Gameten, die zu einer Zygote verschmelzen (was eine Meiose erfordert) oder asexuell durch Sprossung. Durch Teilung entstehen lange fadenartige Gebilde, sogenannte Myzelien, die im Extremfall (im Waldboden) mehrere Kilometer-Länge erreichen können. Damit stellen die Pilze die längsten Organismen der Erde überhaupt dar. Die kleinsten Pilze sind einzellig und überschreiten 1 µm nur geringfügig.

Die weitaus meisten Pilze sind medizinisch ohne jede Bedeutung, manche dienen als Nahrung, andere sind giftig, manche stellen die Lieferanten von Antibiotika dar.

Insgesamt sind bisher etwa 70.000 Pilz-Arten beschrieben, man schätzt jedoch die Gesamtzahl der tatsächlich existierenden Spezies auf mehr als eine Million (GROOMBRIDGE 1992), nur wenige Arten haben als Erreger von Krankheiten Bedeutung.

Ein großer Teil der Krankheiten durch Pilze betrifft die Haut (Dermatophyten), wenige sind in inneren Organen lokalisiert und rufen teils harmlose Infektionen (z.B. *Candida* in der Vagina) teils aber lebensbedrohliche Krankheiten durch systemische und (besonders bei AIDS Patienten) oft auch generalisierte Infektionen hervor.

Einige heute als Pilze erkannte Organismen, die beim Menschen Krankheiten hervorrufen, hat man früher den Protozoen zugeordnet (Mikrosporidien, *Pneumocystis carinii*, vielleicht auch *Blastocystis hominis*); sie werden nach wie vor von der Parasitologie „betreut".

Kasten 8:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen VI

• Protozoen

„Protozoen" ist ein Kollektivname für ein polyphyletisches Sammelsurium sehr unterschiedlich organisierter einzelliger, zellwandloser Eukaryoten. Die Zellmembran der Trophozoiten – das sind die durch Bewegung, Nahrungsaufnahme und Bewegung ausgezeichneten Stadien – weisen nach außen hin zwar häufig eine unterschiedlich dicke Glykokalyx mit Lipiden, Lipoproteinen, Polysacchariden u. a. Substanzen verschiedener Funktionen auf, eine Zellwand (wie sie in unterschiedlicher Ausbildung Bakterien, Pilzen und Pflanzen eigen ist) besitzen sie jedoch nicht; lediglich die äußere, starre Begrenzung der Zysten und anderer Dauerformen, die an das Überleben unter Stress-Bedingungen (besonders im Freien) adaptiert sind, kann zu Recht als Wand bezeichnet werden.

Die kleinsten Protozoen sind nur wenig größer als 1 µm, die größten mehr als 150 µm. Man kennt bisher ca. 40.000 beschriebene Arten, die Gesamtzahl wird auf 100.000 geschätzt.

Ungefähr 70 Protozoen-Arten (einschließlich der im Kasten 7 erwähnten Organismen, die heute als Pilze "entlarvt" sind) kommen beim Menschen vor, etwa die Hälfte davon hat als Krankheitserreger Bedeutung. Manche von ihnen sind intrazelluläre Parasiten (z.B. Leishmanien, Plasmodien, Toxoplasmen), andere leben extrazellulär (z. B. *Trichomonas*, *Trypanosoma brucei gambiense*, *Entamoeba*, *Balantidium*).

Beispiele für Krankheiten durch Protozoen: Giardiose, Amöben-Ruhr und extraintestinale Amöbose, Trichomonose, Leishmaniosen, Schlafkrankheit, Morbus Chagas, Toxoplasmose, Malaria, Balantidien-Ruhr.

suchungen wissen, ein geradezu unüberbietbares heterogenes Sammelsurium von Organismen, von denen manche mit Sicherheit sehr ursprünglich, andere indes hochentwickelt sind. Wie die einzelnen Gruppen miteinander verwandt sind, entzieht sich derzeit unserer Kenntnis noch fast völlig. Dass man den Begriff „Protozoen" weiter benützt (und durchaus benützen soll), hat ausschließlich praktische Gründe, tatsächlich ist aber der Erreger der Schlafkrankheit mit dem Erreger der Malaria weitaus weniger nahe verwandt als der Mensch mit einem Laubfrosch; dazu kommt, dass wir vergleichsweise genau wissen, wie alt die Abzweigung jener Entwicklungslinien ist, die zum Laubfrosch einerseits und zum Menschen andererseits geführt haben. Im Falle der Erreger von Schlafkrankheit und von Malaria haben wir keine Ahnung.

Auch die „Helminthen" (deutsch: Eingeweidewürmer) sind nur ein Kollektivname für nicht näher miteinander verwandte vielzellige Tiere. Immerhin handelt es sich dabei um einen funktionellen Begriff, der so viel Sinn macht, wie die Begriffe Alleebäume, Haustiere oder Zimmerpflanzen. Helminthen kann man definieren als „alle endoparasitischen Tiere (also Metazoen), die nicht zu den

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 9:

Erreger von Infektion und Infestation des Menschen VII

• Helminthen

Helminthen (deutsch: Eingeweidewürmer) ist ein ausschließlich funktionell-ökologischer Begriff für alle jene wirbellosen Metazoen – ausgenommen Arthropoden –, die als Endoparasiten in anderen Metazoen, insbesondere in Wirbeltieren, leben. In den Helminthen sind daher die endoparasitischen Arten so unterschiedlicher Gruppen wie der Trematoda (Saugwürmer), Cestoda (Bandwürmer), Nematoda (Fadenwürmer) und Acanthocephala (Kratzer) und allenfalls noch anderer Taxa vereinigt. Trematoden, Zestoden und Akanthozephalen umfassen ausschließlich parasitische Formen, die weitaus meisten Nematoden sind hingegen freilebend. Man kennt bisher etwa 8000 Trematoden, etwa 5000 Zestoden und etwa 500 Akanthozephalen-Arten, jedoch ca. 15.000 Nematoden-Arten. Vor allem von den Nematoden ist noch ein großer Teil unentdeckt, man schätzt die Gesamtzahl der rezenten Spezies auf mindestens 50.000, möglicherweise eine halbe Million.

Beim Menschen hat man bisher ca. 120 Trematoden-, ca. 60 Zestoden-, ca. 140 Nematoden- und 7 Akanthozephalen-Arten sowie einige wenige Spezies aus anderen Gruppen, die eher durch Zufall in den Darmtrakt gelangt und als Pseudoparasiten wieder ausgeschieden worden sind, gefunden. Insgesamt hat man beim Menschen bisher etwa 350 Helminthen nachgewiesen. Allerdings werden mehr als 99 % aller Helminthosen insgesamt durch weniger als 30 Arten und mehr als 90 % durch 15 Spezies hervorgerufen.

Die beim Menschen vorkommenden Helminthen sind entsprechend ihrer systematischen Heterogenität morphologisch und anatomisch außerordentlich verschieden, die kleinsten sind kleiner als 1mm (Larven) oder wenige Millimeter (z. B. *Echinococcus* -Arten), die längsten sind über 10 m lang, in Ausnahmefällen sogar bis nahe 15 m (Fischbandwurm), die dicksten Helminthen (bis über 10 mm) des Menschen sind der Spulwurm und der seltene Nierenwurm.

Kasten 10:

Erreger von Infektionen und Infestationen des Menschen VIII

• Arthropoden

Die Arthropoden (Gliederfüßer) stellen ein gut begründetes Monophylum dar, das u.a. die Crustacea (Krebstiere), die Chelicerata (zu denen z.B. die Skorpione, Spinnen und Milben gehören), die Myriapoden (Tausendfüßer) und die Insekten umfasst. In früheren Systemen bildeten die Arthropoden mit den Annelida (Ringelwürmer) den Stamm der Articulata (Gliedertiere). Neuerdings herrscht die (allerdings nicht unbestritten begründete) Meinung vor, dass die Arthropoden den Nematozoen näher verwandt sind und mit diesen in das Superphylum Ecdysozoa zu stellen seien.

Mit weitaus mehr als 1 Million beschriebener Arten stellen die Arthropoden die mit Abstand artenreichste Tiergruppe dar. Nach vielen realistischen Schätzungen ist erst etwa 1/10 aller Arthropoden entdeckt und beschrieben; die tatsächliche Zahl rezenter Spezies liegt vermutlich bei etwa 10 Millionen, manche (allerdings nicht gut und überzeugend fundierte) Schätzungen gehen von 100 Millionen rezenten Arthropoden-Arten aus.

Arthropoden sind unter mehreren Aspekten, nicht nur als Parasiten, medizinisch von Bedeutung (siehe p. 397), insgesamt sind es einige 1000 Arten, die in irgendeiner Weise die Gesundheit des Menschen betreffen können. Die durch Parasitismus unmittelbar hervorgerufenen Erkrankungen (z.B. Krätze oder Myiasis) sind eine verschwindend geringe Minderheit im Vergleich mit jenen Krankheiten, deren Erreger von Arthropoden übertragen werden: Frühsommer-Meningoenzephalitis, Gelbfieber, Fleckfieber, Rückfallfieber, Schlafkrankheit, Malaria, Filariosen u. v. a.

Kasten 11:

Zwei Grundformen der Parasiten des Menschen

• **Endoparasiten** = Parasiten, die zur Gänze in den Körper eindringen und in Hohlorganen (Darm, Urogenitaltrakt ...), Gefäßsystemen (Blut, Lymphe) oder in Organen und Geweben (extrazellulär oder intrazellulär) parasitieren.

Beispiele: *Ascaris* im Dünndarm; Fliegenmaden in der Vagina; Plasmodien in Erythrozyten, Filarien im Lymphsystem; Metazestoden von *Echinococcus*-Arten in der Leber; *Toxoplasma gondii* in Zellen des Zentralnervensystems. Auch die zur Gänze in der Haut lebenden Krätzmilben-Weibchen sind per definitionem Endoparasiten.

• Ektoparasiten = Parasiten, die nicht in den Körper eindringen, sondern nur ihre Mundwerkzeuge einführen, um Blut zu saugen oder die oberflächlich auf der Haut parasitieren.

Beispiele: Zecken; Läuse, Wanzen, Flöhe, Stechmücken, Sandmücken, Bremsen, auf (nicht in!) der Haut lebende Milben.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kasten 12:

Charakterisierung von Parasiten unter dem Gesichtspunkt der Notwendigkeit der parasitischen Lebensweise

• Obligate Parasiten

Organismen, die zumindest in einem Abschnitt ihres Lebenszyklus parasitieren müssen. Fast alle Parasiten des Menschen gehören dieser Gruppe an.

• Fakultative Parasiten

Organismen, die grundsätzlich freilebend sind, unter bestimmten Bedingungen jedoch zu Parasiten werden können. Beispiel: Akanthamöben sind Protozoen, die im Wasser oder Boden leben, sie sind den Zoologen seit über 200 Jahren bekannt, aber erst vor wenigen Jahrzehnten erlangten sie medizinische Bedeutung, als man entdeckte, dass sie gelegentlich auch zu Parasiten des Menschen werden können, wenn sie sich z.B., besonders bei Kontaktlinsenträgern, in der Hornhaut des Auges vermehren oder bei Immunsupprimierten zu einer lebensbedrohlichen Enzephalitis führen können.

• Opportunisten

Organismen, die entweder frei und fakultativ parasitisch oder obligatorisch parasitisch leben, jedenfalls für einen gesunden Organismus, der im Vollbesitz seiner Abwehr ist, keine Gefahr bedeuten, auch wenn sie sich als Parasiten etablieren. Meist wird ihre Vermehrung durch das Immunsystem des Wirts schnell beendet oder zumindest so weit unter Kontrolle gebracht, dass der Wirt keinen Schaden nimmt. Tritt hingegen eine Beeinträchtigung der Abwehr – z.B. durch Krankheit, manchmal einfach auch hohes Alter, medikamentös bedingt durch immunsupprimierende Therapie oder durch bestimmte Infektionen, die das Immunsystem schädigen (an erster Stelle durch eine HIV-Infektion) – ein, dann kann es zu schrankenloser Vermehrung und Ausbreitung des Parasiten im ganzen Körper (Generalisation) mit Schädigungen kommen, die das Leben unmittelbar bedrohen können.

Beispiele unter den Parasiten sind: *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*, Akanthamöben als Erreger einer GAE, Leishmanien, Mikrosporidien, *Pneumocystis carinii*, *Strongyloides stercoralis*, *Sarcoptes scabiei*. Helminthen haben in der Regel für den AIDS-Patienten keine besondere Bedeutung, weil sie sich im Menschen (von wenigen Ausnahmen abgesehen) nicht vermehren.

Kasten 13:

Charakterisierung von Parasiten auf Grund der Phasen parasitischer Lebensweise im biologischen Zyklus

• Permanente Parasiten

Alle Stadien sind – zumindest zu bestimmten Zeiten – parasitisch; Beispiele: Die Malariaerreger des Menschen befinden sich stets in einem Wirt, entweder in den *Anopheles*-Mücken oder im infizierten Menschen; Trichinen durchlaufen ihren gesamten Entwicklungszyklus in einem einzigen Wirt; Kopfläuse legen ihre Eier an den Haaren des Wirts ab und auch alle Larvenstadien und die geschlechtsreifen Tiere bleiben auf dem Wirt.

• Periodische Parasiten

Manche Stadien sind freilebend; Beispiele: Die Zysten von *Entamoeba histolytica* verlassen mit den Exkrementen den Wirt und verbleiben im Freien bis sie durch orale Aufnahme in einen neuen Wirt gelangen; der Leberegel lebt in den Gallengängen von Säugetieren, die Eier, das 1. Larvenstadium (Mirazidien), und die Zerkarien sind freilebend; die Weibchen der Stechmücken sind Blutsauger, die übrigen Stadien leben hingegen frei.

• Stationäre Parasiten

Die parasitischen Stadien sind während ihres gesamten Lebens parasitisch; *Entamoeba histolytica* kann im Trophozoiten-Stadium nur als Parasit existieren, außerhalb des Körpers sterben Trophozoiten sogleich ab; geschlechtsreife Bandwürmer können nur in ihren Wirten persistieren; Läuse sind auf Körperwärme und regelmäßiges Blutsaugen angewiesen und daher ohne Wirt nicht lebensfähig.

• Temporäre Parasiten

Der eigentliche Akt des Parasitismus ist auch in dem Stadium, in dem parasitische Lebensweise auftritt, auf kurze Zeit (Sekunden, Minuten) beschränkt; Beispiele: Stechmücken sind als Adulte zwar grundsätzlich Parasiten, jedoch tatsächlich nur für die kurze Zeit des Blutsaugens.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Arthropoden gehören". Diese Helminthen des Menschen umfassen viele Trematoden (Saugwürmer), Zestoden (Bandwürmer), Nematoden (Fadenwürmer) und einige wenige Acanthocephala (Kratzer).

Wir wissen zwar, dass Zestoden und Trematoden vergleichsweise nahe verwandt sind, und wir kennen auch Details dieser Verwandtschaftsbeziehungen, doch ist die systematische Stellung der Nematoden und auch die der Acanthocephala, unsicher. Immerhin stellen alle diese Eingeweidewürmer eben Metazoen dar und gehören damit – zum Unterschied von den Protozoen – einem gesichertem Monophylum an. Das Wort Würmer (lat. Vermes) hat zoologisch gar keine Bedeutung und ist eigentlich ein Unsinn. Trotzdem verwendet man es im saloppen human- und veterinärmedizinischen Jargon nach wie vor, und wenn man weiß und zur Kenntnis nimmt, dass es eigentlich keine Würmer gibt, dann kann man damit ruhig die Helminthen, also die Eingeweidewürmer, bezeichnen.

Wir kennen etwa 70 Protozoen-Arten (richtiger: einzellige Eukaryote, die man bisher den Protozoen zugeordnet hat), die beim Menschen nachgewiesen worden sind. Von diesen sind aber nur etwa 50 pathogen, manche davon sogar nur, wenn der Wirt durch eine Immunsuppression (z.B. HIV-Infektion) so verletzbar und wehrlos geworden ist, dass ihm diese Opportunisten etwas anhaben können. Weltweit haben *Plasmodium falciparum, Entamoeba histolytica, Trypanosoma brucei gambiense* und *T. b. rhodesiense*, die Erreger der Afrikanischen Schlafkrankheit, *Trypanosoma cruzi* und die vielen *Leishmania*-Arten als Erreger lebensgefährlicher Krankheiten den größten Stellenwert. In Mitteleuropa kommen rund 15 humanpathogene Protozoen-Spezies (Spezies-Komplexe) vor, die häufigsten sind *Giardia lambia, Trichomonas vaginalis, Toxoplasma gondii* und die erst in jüngster Zeit für dieses Gebiet nachgewiesene *Leishmania infantum*, von Bedeutung sind weiters fakultativ parasitische freilebende „Amöben" (*Acanthamoeba, Naegleria*) sowie – bei Immunsupprimierten – *Cryptosporidium parvum*. Mikrosporidien und *Pneumocystis carinii*, früher den Protozoen zugeordnet, werden heute als Pilze klassifiziert, jedoch weiterhin, aus Tradition, von der Medizinischen Parasitologie „betreut".

Weltweit sind bisher rund 350 Helminthen-Spezies beim Menschen nachgewiesen worden, viele davon allerdings nur ganz sporadisch oder gar nur ein einziges Mal, bei manchen hat es sich nicht einmal um echte Parasiten, sondern um Pseudoparasiten gehandelt. Man kann davon ausgehen, dass mehr als 99 % der Wurmlast der Menschheit von weniger als 30 Helminthen-Spezies getragen wird. An vorderster Stelle stehen *Ascaris lumbricoides, Trichuris trichiura*, die Hakenwürmer (*Ancylostoma duodenale* und *Necator americanus*), die Bilharziose-Erreger, *Taenia*-Arten, *Hymenolepis nana* und einige *Paragonimus*-Arten. In Mitteleuropa kommen rund 40 Helminthen beim Menschen vor, die häufigsten sind *Enterobius vermicularis, Ascaris lumbricoides, Taenia saginata* und *Trichuris trichiura*, die gefährlichsten die *Echinococcus*-Arten.

Unter den Arthropoden gibt es viele hundert Arten, die den Menschen als Parasiten – vor allem als blutsaugende Ektoparasiten – befallen können. Man braucht nur an die vielen Spezies von Zecken, Stechmücken, Flöhen, ... zu denken. Einen hohen medizinischen Stellenwert hat nur ein kleiner Teil von diesen, aber insgesamt können weit mehr als 200 Erreger – Viren, Bakterien, Protozoen, Helminthen – durch Arthropoden, vor allem Stechmücken einerseits und Zecken andererseits, auf den Menschen übertragen werden.

In Mitteleuropa gibt es vergleichsweise nur wenige durch Arthropoden übertragene Erreger; die medizinisch bedeutsamsten werden durch Zecken übertragen.

6 Einteilung von Parasiten

Parasiten und im besonderen auch die Parasiten s. str. kann man (und soll man zum besseren Verständnis funktioneller Zusammenhänge) unter verschiedenen Gesichtspunkten einteilen: Kästen 11-13.

Die Differenzierung in Ekto- und Endoparasiten ist einfach nachzuvollziehen: Protozoen und Helminthen parasitieren durchwegs in ihrem Wirt, z. T. sehr tief in inneren Organen und sind daher Paradebeispiele für Endoparasiten. Arthropoden sind fast durchwegs Ektoparasiten: Kasten 11.

Nicht alle Parasiten müssen in bestimmten Stadien parasitieren, und manche werden erst dann zu Parasiten oder zumindest zu gefährlichen Parasiten, wenn der Wirt geschwächt ist: Kasten 12.

Parasit sein, heißt keinesfalls, in allen Stadien und/oder dauernd zu parasitieren. Gewiss gibt es Organismen, die keinen noch so kurzen Abschnitt in ihrem Entwicklungszyklus anders als als Parasit verbringen. *Trichinella spiralis* (und andere *Trichinella*-Arten) sind gute Beispiele. Keines ihrer Entwicklungsstadien lebt frei. Die berühmten Muskeltrichinen warten im Muskelgewebe, bis sie mit ihrem Wirt vom nächsten Wirt gegessen/gefressen werden. Dort entwickeln sie sich zu geschlechtsreifen Würmern, die sich paaren. Die Weibchen sind le-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bendgebärend, entlassen also Larven, die sich letztlich – nach einer bestimmten Entwicklung – wieder in die Muskulatur einbohren.

Andere Parasiten sind nur in bestimmten Stadien parasitisch, während bestimmte andere Stadien freilebend sind.

Und schließlich kann das Stadium, das parasitische Lebensweise zeigt, dauernd oder nur kurzfristig parasitieren: Kasten 13.

Die Art, in welcher Weise, in welchen Lebensabschnitten, für wie lange, ein Parasit mit einem Wirt – in unserem Fall mit dem Menschen – in Beziehung tritt, ob er den Menschen für seine Existenz unbedingt braucht, ob er sich dabei vermehrt oder „nur" parasitiert, welche Organe er befällt – all dies ist von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung und die Schwere einer aus dieser Beziehung vielleicht, aber nicht notwendigerweise – entstehenden Krankheit, für die Diagnostik, für die Therapie, für die Verbreitung und Ausbreitung und für die Prophylaxe und damit letztlich für den medizinischen Stellenwert einer Parasitose.

7 Zusammenfassung

Parasiten sind Organismen, die für ihre Existenz andere lebende Organismen – einen Wirt – brauchen. Sie leben an oder in ihm, sie entnehmen Energie, in der Regel in Form von Nahrung, und können dadurch diesem Wirt so sehr Schaden zufügen, dass daraus eine Krankheit entsteht. Je weniger der Parasit die Funktionen seines Wirts beeinträchtigt, umso länger und ungestörter kann er parasitieren. Diese Form eines balancierten Parasitismus ist häufig das Ergebnis einer langen, von (manchmal gegenseitiger) Anpassung geprägten Evolution.

Streng genommen, sind alle Erreger von Infektionen und Infestationen, also auch Viren, Bakterien und Pilze, Parasiten. In der Human- und Veterinärmedizin werden – aus Gründen der Tradition – die Protozoen, Helminthen und Arthropoden unter dem Begriff Parasiten zusammengefasst. Unter diesen sind zahlreiche Erreger von Krankheiten die – vor allem in den Tropen und Subtropen – Elend, Krankheit und Tod für viele Millionen Menschen in jedem Jahr bedeuten. Nicht wenige kommen aber auch in Mitteleuropa vor, darunter auch gefährliche und sogar lebensgefährliche Erreger.

Schlüsselwörter: Parasiten, Definitionen, Formen des Parasitismus, Infektion, Infestation, Pathogene, Pathogenität, Prionen, Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen, Helminthen, Arthropoden.

8 Zitierte und weiterführende Literatur

ASPÖCK H. (1998): Tabellen und Illustrationen zur Laboratoriumsdiagnostik von Parasitosen. Teil 1: Einführung und Überblick. — Labor Aktuell (Boehringer Mannheim Wien) **2**/98: 5-13.

FRANK W. (1976): Parasitologie. Lehrbuch für Studierende der Human- und Veterinärmedizin, der Biologie und der Agrarbiologie. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 1-510.

GROOMBRIDGE B. (1992; Ed.): Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources. A Report Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. — Capman & Hall, London etc.: 1-585.

HIEPE Th. (1981): Lehrbuch der Parasitologie. Band 1. Allgemeine Parasitologie. — VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 1-150.

HIEPE Th. (2000): Definition und Formen des Parasitismus. — Nova Acta Leopoldina **83**: 11-23.

JIROVEC O. (1960): Parasitologie für Ärzte. — VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 1-684.

KAYSER F. H., K. A. BIENZ, J. ECKERT & R. M. ZINKERNAGEL (1976): Medizinische Mikrobiologie. 10., komplett überarbeitete Auflage. — G. Thieme Verlag, Stuttgart: 1-727.

KRUSCHWITZ P. & Th. HIEPE (2000): Die antiken Wurzeln des Begriffs „Parasit". — Nova Acta Leopoldina **83**: 147-158.

LUCIUS R. & B. LOOS-FRANK (1997): Parasitologie. Grundlagen für Biologen, Mediziner und Veterinärmediziner. — Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 1-369.

MEHLHORN H. (2001; Ed.): Encyclopedic Reference of Parasitology. Diseases. Treatment. Therapy. — 2nd edition. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 1-667.

MEHLHORN H. & G. PIEKARSKI (2002): Grundriss der Parasitenkunde. 6. Auflage. — Spektrum Akademischer Verlag/Gustav Fischer: 1-516.

PIEKARSKI G. (1954): Lehrbuch der Parasitologie. — Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

ROMMEL M. J. ECKERT E. KUTZER W. KÖRTING & TH. SCHNIEDER (2000): Veterinärmedizinische Parasitologie. Begründet von Josef BOCH und Rudolf SUPPERER. 5., vollständig neubearbeitete Auflage. — Parey Buchverlag, Berlin: 1-915.

WEYER F. & F. ZUMPT (1966): Grundriss der medizinischen Entomologie. — Johann Ambrosius Barth, Leipzig: 1-173.

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Horst ASPÖCK
Mag. Dr. Julia WALOCHNIK
Abteilung für Medizinische Parasitologie

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Klinisches Institut für Hygiene und
Medizinische Mikrobiologie der Universität
Kinderspitalgasse 15
A-1095 Wien
Austria
E-mail: horst.aspoeck@univie.ac.at